فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

بررسی تاثیر تغییرات قیمت سوخت بر حجم ترافیک در حمل و نقل جاده ای با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک (مطالعه موردی: ایران)

محمدرضا نصیری جان آقا[1]، محمدرضا امین ناصری[2]، عباس محمودآبادی[3]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه مهرآستان، آستانه اشرفیه، ایران

۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده مهندسی صنایع، تهران، ایران

۳- استادیار دانشگاه مهرآستان، دانشکده مهندسی صنایع، آستانه اشرفیه، ایران

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی تاثیر تغییرات قیمت سوخت بر حجم ترافیک در حمل و نقل جاده ای ایران از یک رویکرد مبتنی بر سیستم دینامیک جهت مدل سازی سیستم حمل و نقل جاده ای ایران استفاده شده است. این مدل سیستم دینامیکی با استفاده از داده های آماری مربوط به سال ۱۳۹۳ کشور ایران و به وسیله نرم افزار VENSIM PLE و تحت سناریو های نرخ افزایش قیمت سوخت ۵٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ در طول سه دوره زمانی کوتاه مدت (۵ سال)، میان مدت (۱۰ سال) و بلند مدت (۲۰ سال) شبیه سازی شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد در طول دوره های زمانی در نظر گرفته شده، تراکم ترافیک خودرو های مورد تردد در جاده های کشور به صورت خطی رشد خواهد کرد و نرخ های مختلف افزایش قیمت سوخت تاثیر قابل توجه و چشمگیری بر تعداد وسایل نقلیه ای که روزانه در جاده های کشور تردد می کنند نخواهد داشت. بنابراین استفاده از سیاست های قیمتی سوخت صرفا به منظور تعدیل حجم ترافیک در جاده های کشور اقتصادی و منطقی به نظر نمی رسد.

واژگان کلیدی: قیمت سوخت، حجم ترافیک، حمل و نقل، سیستم دینامیک.

[1] دانشجو دکتری تخصصی مهندسی صنایع moh_nasiri70@yahoo.com

[2] عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران m.r.aminnaseri@gmail.com

[3] عضو هیئت علمی دانشگاه مهرآستان mahmoudabadi@mehrastan.ac.ir

۱- مقدمه

سیستم حمل و نقل جاده ای سیستمی پیچیده شامل متغیر های چندگانه و حلقه های بازخوردی غیر خطی است که تحت تاثیر فاکتور های حمل و نقلی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی قرار دارد[۱]. در عصر حاضر استفاده مازاد از اتومبیل ها و تاثیرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی آن بر زندگی شهری به یک مشکل عمده جهانی بدل شده است و ادامه روند افزایش جمعیت در مناطق شهری و وابستگی بیش از حد به استفاده از اتومبیل موجب تشدید این مشکل در آینده خواهد شد[۲]. امروزه روش های حمل و نقلی مرسوم وابستگی شدیدی به سوخت های فسیلی دارند[۳]. در شهرهای کشور های در حال توسعه به ویژه در آسیا به دلیل سرعت بالای شهری شدن مشکلات زیست محیطی به مراتب بزرگتر هستند [۴]. در حال حاضر بیش از نیمی از جمعیت جهان در محدوده های شهری زندگی می کنند و سهمی بیش از ۸۰٪ در انتشار گاز های گلخانه ای مربوط به فعالیت های بشری را به خود اختصاص داده اند[۵]. ارتباط میان تراکم ترافیک و آلودگی هوا توجهات بسیاری را در گفتمان توسعه پایدار متوجه خود کرده است. به ویژه در کشور های در حال توسعه که میزان استفاده از خودرو شخصی در سطح پایینی می باشد، مساله اصلی منبع تشدید این گونه مشکلات است[۶]. سیستم حمل و نقل مصرف کننده عمده انرژی و انتشار دهنده گاز های گلخانه ای ناشی از مصرف سوخت های فسیلی است و همچنین یکی از منابع دشوار جهت کنترل میزان آلاینده ها می باشد. در سال ۲۰۰۴ بیش از ۲۶٪ انرژی مصرفی در دنیا در بخش حمل و نقل مصرف شده و ۲۳٪ انتشار آلاینده های گلخانه ای حاصل فعالیت این بخش بوده است[۷]. در کشور ایران اقدامات بسیاری جهت جلوگیری از رشد تراکم ترافیک در جاده ها و همچنین کاهش آلودگی زیست محیطی ناشی از تردد خودروها صورت پذیرفته است. یکی از اقدامات دولتی در طی سالهای اخیر افزایش قیمت سوخت وسایل نقلیه تحت عنوان سیاست های قیمتی سوخت بوده است که در این مقاله قصد داریم با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک، سیستم حمل و نقل جاده ای ایران را مدل سازی کرده و سناریو های مختلف افزایش قیمت سوخت در آینده و تاثیر آن بر میزان تراکم ترافیک جاده ای را در این سیستم شبیه سازی و نتایج حاصله را ارائه نماییم.

۱-۱- اهداف تحقیق

- مدل سازی سیستم حمل و نقل جاده ای ایران با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک.
- شبیه سازی اثرات سیاست های قیمتی سوخت بر میزان تراکم ترافیک جاده ای در ایران.
- بررسی رابطه موجود میان افزایش قیمت سوخت و میزان تراکم ترافیک در جاده های ایران.

۱-۲- محدوده زمانی و مکانی تحقیق

تحقی۰۲ق حاضر بر پایه امار و اطلاعات در دسترس مربوط به سال های ۱۳۸۹-۱۳۹۳ انجام شده است و نتایج ۷۸غآ طظ\یبلآ طظ\یبلا+ن از نظر زمانی محدود به سال های ۱۳۹۴-۱۴۱۴ می باشد و از نظر مکانی محدود به سیستم حمل و نقل جاده ای ایران می باشد.

۲- مرور ادبیات

مرور ادبیات این پژوهش شامل دو بخش مروری بر رویکرد سیستم دینامیک و کاربرد رویکرد سیستم دینامیک در مطالعه سیستم حمل و نقل جاده ای می باشد.

۲-۱- مروری بر رویکرد سیستم دینامیک

رویکرد سیستم دینامیک توسط فورستر[1]در دهه ۱۹۶۰ معرفی شد که بهترین متدلوژی پایه گذاری شده جهت شبیه سازی سیستم ها به منظور تجسم بخشیدن و آنالیز سیستم های پیچیده و دارای بازخورد می باشد[۵]. سیستم دینامیک یک متدلوژی و مدل سازی ریاضی جهت کشف رفتار سیستم های پیچیده در طول زمان است[۲]. این رویکرد بر پایه تئوری کنترل بازخورد بنا شده است که مجهز به تکنولوژی شبیه سازی کامپیوتری بوده و در تحقیقات و پژوهش های کمی (مقداری) پیچیده و بغرنج مربوط به سیستم های اقتصادی و اجتماعی به کار می رود. متد های رویکرد سیستم دینامیک شامل حلقه های بازخوردی، متغیر ها و معادلات می باشند که از این طریق قابل درک و فهم هستند. حلقه بازخوردی به عنوان یک زنجیر بسته از علت ها و معلول ها تعریف می شود. متغیر ها شامل: ۱) متغیر سطح، می باشد که جریان را در طول پریود های زمانی در خود انباشته می کند. ۲) متغیر جریان، که جریان را در طول پریود زمانی نمایش می دهد. ۳) متغیر کمکی، که متغیر های نرخ را شناسایی می کند. این متغیر های سه گانه به وسیله معادلات انتگرالی، دیفرانسیلی یا انواع دیگر به یکدیگر مرتبط می شوند[۱]. رویکرد سیستم دینامیک پس از آنکه توسط فورستر مطرح شد در مسائل مرتبط با زنجیره تامین، دینامیک (پویایی) های صنعتی و دینامیک شهری به کار گرفته شد[۸]. همچنین این رویکرد در دهه ۱۹۷۰ به منظور توصیف تراکم و پویایی رفتاری سیستم های پیچیده بهبود داده شد. متدلوژی سیستم دینامیک ابزاری بسیار مناسب جهت شناسایی رفتار سیستم های خاص می باشد که چهارچوبی به جهت آنالیز تئوریکال میزان حساسیت سیستم ها در برابر تغییرات ساختاری برای محققان فراهم می کند به طوری که محققان بسیاری از این رویکرد جهت شناسایی جنبه های گوناگون سیستم های حمل و نقل استفاده کرده اند[۹].

۲-۲- کاربرد رویکرد سیستم دینامیک در مطالعه سیستم حمل و نقل جاده ای

به دلیل پیچیدگی زیاد سیستم های حمل و نقل جاده ای و گستره وسیعی را که شامل می شوند، استفاده از رویکرد های سنتی و قدیمی به منظور شبیه سازی و آنالیز آنها مناسب نمی باشد. بنابراین رویکرد سیستم دینامیک در آنالیز و ارزیابی سیستم های پیچیده به کار گرفته می شود. اولین مدل سیستم دینامیکی که فورستر در این حوزه ارائه داد، مربوط به مدل سازی شهری بود[۴]. رویکرد سیستم دینامیک به طور معمول در ارزیابی عملکرد پایداری منطقه ای، ارزیابی رابطه میان حمل و نقل و کاربری زمین و تخمین میزان تاثیر فضاهای صنعتی بر محیط زیست به کار می رود[۱]. سیستم دینامیک رویکردی نظام

یافته است که به عنوان کوششی به جهت شناسایی و مطالعه مسایل دینامیک و پیچیده مربوط به سیاست های بلند مدت در حوزه های عمومی و خصوصی مطرح می باشد. این رویکرد بر پایه تئوری دینامیک غیر خطی و کنترل بازخوردی بنا نهاده شده که در حوزه های ریاضی، فیزیک و مهندسی پیشرفت کرده است. دلیل اصلی استفاده از این رویکرد جهت آنالیز و شبیه سازی سیستم حمل و نقل جاده ای پیچیده بودن این سیستم در دنیای واقعی است[۶].

۲-۳- پیشینه تحقیق

در طی سال های گذشته مطالعات و تحقیقات بسیاری در حوزه کاربرد رویکرد سیستم دینامیک در مدل سازی، مطالعه، آنالیز و شبیه سازی انواع سیستم های حمل و نقلی و زیر بخش های آنها به منظور پیش بینی رفتار این گونه سیستم ها در آینده، صورت پذیرفته است. تحقیقات صورت گرفته را می توان در دو بخش مطالعه سیستم های حمل و نقل درون شهری و برون شهری جای داد.

در حوزه حمل و نقل شهری (حق شناس و همکاران) از رویکرد سیستم دینامیک جهت بررسی و آنالیز تاثیر سیاست های حمل و نقلی اتخاذ شده بر پایداری شهری در شهر اصفهان ایران استفاده کرده اند و به این نتیجه دست یافته اند که توسعه شبکه ترانزیت می تواند از جمله مهمترین سیاست ها جهت رسیدن شهر اصفهان به پایداری از نظر سیستم حمل و نقلی باشد[۲]. (فنگ[۱]و همکاران) به مطالعه میزان مصرف انرژی شهری و انتشار آلاینده Co2 در سیستم حمل و نقل شهری شهر بجینگ[۲]چین پرداخته اند. در این تحقیق با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک، سیستم حمل و نقل شهری بجینگ مدل سازی و شبیه سازی شده است و نتایج نشان داده است که فاکتور های توسعه اقتصادی و کنترل نرخ رشد جمعیت از جمله مهمترین عوامل موثر بر انتشار آلاینده Co2 در سال های آتی خواهند بود[۵]. (باریسا[۱]و همکاران) یک مدل سیستم دینامیکی از نحوه تاثیر گذاری طرح های و سیاست های سوختی و الگو های اعمالی مصرف سوخت بر سیستم حمل و نقل شهری لاتویا[۲]ارائه داده اند. این مدل شبیه سازی شده و به این نتیجه رسده اند که ترویج و اشاعه استفاده از سوخت های بیو دیزل در آینده دشوار خواهد بود و همچنین افزایش مالیات های غیر مستقیم بر سوخت خودروها می تواند افزایش مصرف سوخت بیو دیزل (زیستی) در ناوگان حمل و نقل عمومی این شهر را به دنبال داشته باشد[۱۰]. (وفا آرانی و همکاران) مدلی سیستم دینامیکی از سیستم حمل و نقل درون شهری کلانشهر تهران ارائه داده اند که این مدل شامل دو زیر مدل اصلی حمل و نقل و صنعت می باشد. در این مدل فاکتور آلودگی هوای شهری تهران به عنوان فاکتور اصلی مورد شبیه سازی قرار گرفته و رفتار فاکتور های حمل و نقلی و صنعتی تاثیر گذار بر آلودگی هوای شهر تهران مورد پیش بینی قرار گرفته است[۴]. (لوو[۳]و همکاران) سیستم حمل و نقل درون شهری را با کمک رویکرد سیستم دینامیک مدل سازی نموده اند که این مدل سیستم دینامیکی شامل فاکتور های: اقتصادی و اجتماعی، حالت عملکرد، تقاضای کل سفر و ظرفیت سیستم حمل و نقل می باشد. این مدل سازی به صورت مفهومی بوده و می تواند تحت سناریو های مشخص مرتبط با این سیستم مورد شبیه سازی قرار بگیرد[۸]. (جیفنگ[۴]و همکاران) یک مدل سیستم دینامیکی از سیستم حمل و نقل شهری شهر دالیان چین ارائه داده اند که شامل ۷ فاکتور اصلی: جمعیت، اقتصاد، تعداد وسایل نقلیه، محیط زیست، تقاضای سفر، عرضه سفر و تراکم ترافیک می باشد. این مدل با استفاده از داد های حمل و نقلی موجود شهر دالیان مورد شبیه سازی قرار گرفته و به این نتیجه دست یافته اند که تعادل میان جمعیت، حمل و نقل، اقتصاد و محیط زیست در آینده دچار آسیب خواهد شد[۱]. (ارکان[۵]و دیگران) به کمک رویکرد

فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال نوزدهم – شماره ۷۶ – بهار ۱۳۹۷

سیستم دینامیک اقدام به مدل سازی سیستم حمل و نقل عمومی کشور آمریکا نموده اند و با استفاده از قابلیت شبیه سازی این رویکرد، میزان پتانسیل کاهش آلاینده های کربنی خروجی سیستم حمل و نقل عمومی آمریکا را مورد بررسی و آنالیز تحت حالت های مختلف قرار داده اند[۳]. (هان[۶]و همکارش) یک مدل سیستم دینامیکی از سیستم حمل و نقل مسافری درون شهری شهر شانگهای چین به منظور کاهش میزان آلاینده Co2 ارائه داده اند که پس از شبیه سازی این مدل به این نتیجه رسیدند که توسعه شبکه های جاده ای (بزرگراه) و وضع مالیات بر سوخت خودرو ها از سیاست های مهم و کارا در کاهش انتشار آلاینده Co2 خواهد بود[۷]. (لی[۱]و همکاران) مدلی تحت عنوان مدل سیستم دینامیکی حمل و نقل کم کربن شهری در شانگهای چین ارائه و پس از شبیه سازی آن تحت سناریو های مد نظر، به این پیش بینی دست یافتند که میزان آلاینده های هوا طی ۵ سال آتی در این کشور افزایش پیدا خواهد کرد و افزایش جمعیت و تعداد خودرو ها از جمله مهم تریت فاکتور های رشد میزان آلاینده ها خواهد بود[۱۱]. (مارشال[۲]) اقدام به مدل سازی سیستم دینامیکی تئوریکال یک سیستم حمل و نقل شهری هوشمند نموده است و با استفاده از ابزار شبیه سازی رویکرد سیستم دینامیک تاثیرات هوشمند سازی ارکان سخت افزاری و نرم افزاری سیستم حمل و نقل درون شهری بر کیفیت رانندگی و پایداری این سیستم، مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است[۹]. (فرتوک زاده و همکارش) با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک اقدام به مدل سازی ترافیک شهری کلانشهر تهران نموده و پس از شبیه سازی آن به منظور ارائه سیاست های بهبود حمل و نقل به این نتیجه رسیده اند که رفتار اجتماعی شهروندان در حمل و نقل شهری اهمیت زیادی داشته و بدون مدیریت تقاضا مبتنی بر شناخت رفتاری شهروندان نمی توان نسبت به حل مساله ترافیک در تهران امیدوار بود[۱۲].

در حوزه حمل و نقل برون شهری (ماناتاکی[۳]و همکارش) مدلی سیستم دینامیکی از ترمینال فرودگاه آتن یونان به منظور تحلیل و ارزیابی عملکرد ترمینال این فرودگاه با استفاده از قابلیت مدل سازی و شبیه سازی رویکرد سیستم دینامیک ارائه نموده اند[۱۳]. (میانگ[۴]و همکارش) به بحث کاربرد متدولوژیک رویکرد سیستم دینامیک در ارزیابی سیاست ایمنی ترافیک حمل و نقل جاده ای پرداخته اند. در این راستا دو مدل سیستم دینامیکی در خصوص که اینکه چگونه می توان در دو سطح کلان و خرد موجبات بهبود سیاست های ایمنی ترافیک جاده ها را فراهم کرد، توسعه داده شده اند[۱۴]. (هویرونگ[۵]و همکارش) با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک اقدام به تحلیل عملکرد سیستم حمل و نقل یکپارچه کانتینری در کشور چین نموده اند. پس از شبیه سازی این سیستم بر پایه داده های موجود، به این نتیجه رسیده اند که تخصیص منابع مهمترین نقش را در فعالیت های عملیاتی این سیستم بازی می کند[۱۵]. (آرماه[۶]و همکاران) در ارتباط با رابطه میان تراکم ترافیک جاده ای و آلودگی هوا در شهر آکرا غنا، مدلی سیستم دینامیکی از سیستم حمل و نقل جاد های این شهر ارائه نمودند و پس از شبیه سازی این مدل به این نتیجه رسیدند که برای بهبود وضعیت آلودگی هوا در آینده تدابیر اصلی ای که سیاست گزاران باید مد نظر

---

[۱] Xinghuli Lei
[۲] Marshal
[۳] Ioanna E. Manataki
[۴] Yang Miang Goh
[۵] Wu Huirong
[۶] Frederick A.Armah

قرار دهند عبارتند از توسعه حمل و نقل عمومی، توسعه شبکه راه ها و بهبود آن و مدیریت تقاضای سفر می باشد[۶]. (احدی و همکارش) مهم ترین پارامترهای تاثیر گذار بر مطلوبیت ترانزیت ریلی بار در محور سرخس- بندرعباس را با استفاده از رویکرد سیستم دینامیک مدل سازی و با استفاده از اطلاعات در دسترس شبیه سازی نمودند و به این نتیجه دست یافتند که با افزایش سرعت، کاهش زمان توقف قطارهای ترانزیتی و کاهش حق دسترسی به شبکه ریلی، مطلوبیت مسیر و متناسب با آن میزان تقاضای ترانزیت ریلی به صورت قابل توجهی افزایش می یابد[۱۶]. (تیموری و همکاران) با استفاده از ابزار سیستم دینامیک به مدل سازی حمل و نقل کانتینری دریایی در بندر شهید رجایی پرداخته اند و پس از شبیه سازی به این نتیجه رسیده اند که حمل و نقل کانتینری دریایی اثر قابل ملاحظه ای بر روی قیمت تمام شده کالا، هزینه های نگهداری و تعمیرات، میانگین زمان ارسال تا دریافت کانتینر و میانگین تعداد کانتینر های جابه جا شده دارد که می تواند حمل و نقل کانتینری دریایی را به عنوان یکی از گزینه های مناسب جهت حمل و نقل کالا مد نظر قرار دهد[۱۷].

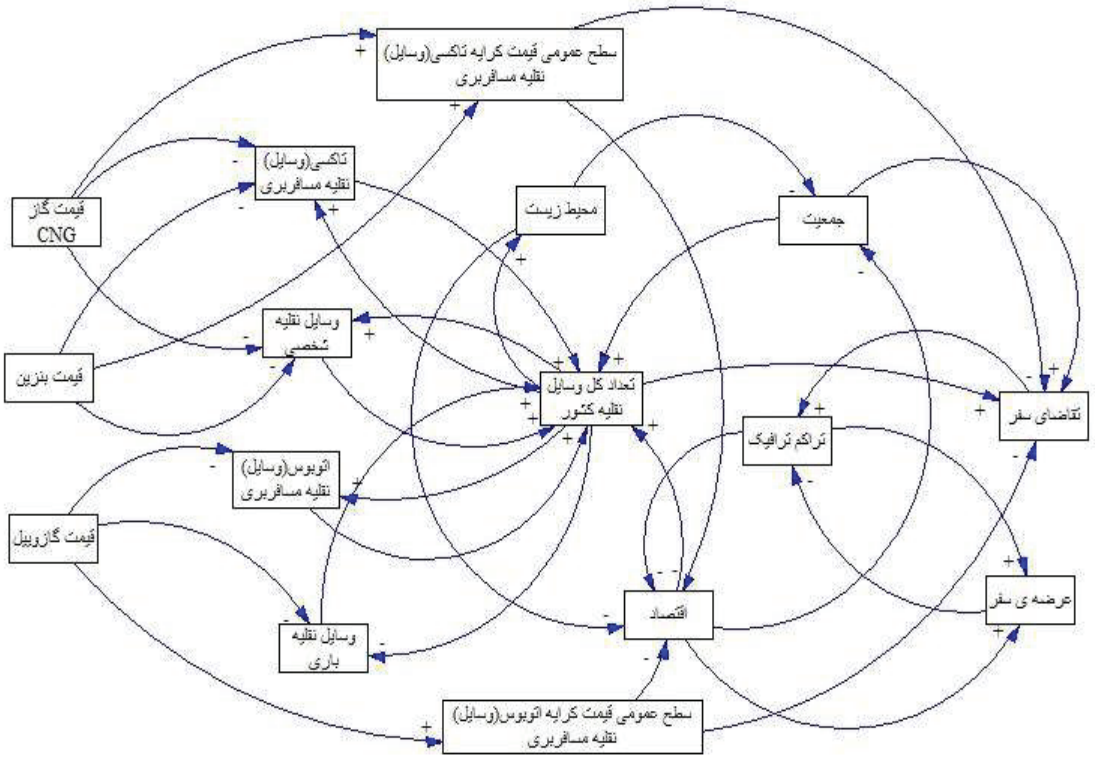
۴- مدل سازی سیستم دینامیکی

در مرحله مدل سازی سیستم دینامیکی سیستم حمل و نقل جاده ای، ابتدا مدل علی- معلولی فاکتور های تشکیل دهنده سیستم به همراه روابط میانشان و سپس فلوچارت حاصله از مدل علی- معلولی جهت انجام شبیه سازی با نرم افزار رسم می شود.

۴-۱- مدل علی- معلولی سیستم حمل و نقل جاده ای

سیستم حمل و نقل جاده ای سیستمی پیچیده و متاثر از فاکتور هایی با ماهیت اقتصادی، حمل و نقلی و اجتماعی است[۱]. مدل علی- معلولی مفهمومی ارائه شده برای این سیستم پیچیده شامل شانزده فاکتور اساسی می باشد که به تفکیک ماهیت بیان می شوند: فاکتور های اقتصادی: اقتصاد (GDP)، قیمت بنزین، قیمت گازوییل، قیمت گاز CNG، سطح قیمت کرایه تاکسی ها، سطح قیمت کرایه اتوبوس ها. فاکتور های حمل و نقلی: تراکم ترافیک، تعداد کل وسایل نقلیه، تعداد خودرو های شخصی، تعداد تاکسی ها، تعداد اتوبوس ها، تعداد وسایل نقلیه باری، تقاضا سفر، عرضه سفر. فاکتور های اجتماعی: جمعیت، محیط زیست. مدل علی - معلولی روابط میان متغیر ها و فاکتور های مختلف سیستم حمل و نقل جاده ای و همچنین نوع این روابط را نشان می دهد. مدل علی- معلولی سیستم حمل و نقل جاده ای مبتنی بر رویکرد سیستم دینامیک نشان داده شده است (شکل ۱).

فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال نوزدهم – شماره ۷۶ – بهار ۱۳۹۷



شکل ۱: *مدل علی- معلولی سیستم حمل و نقل جاده ای*

۴-۲- فلوچارت سیستم حمل و نقل جاده ای

بر پایه مدل علی- معلولی ارائه شده و روابط و حلقه های بازخوردی میان فاکتور های سیستم حمل و نقل جاده ای، می توان فلوچارت سیستم حمل و نقل جاده ای را با توجه به مشخصه های ساختاری مدل ارائه کرد[۱]. در این مرحله نوع متغیر ها شناسایی شده و معادلات مربوطه بر پایه ساختار های بازخوردی و حلقه های علی - معلولی پایه ریزی می گردد. هریک از فاکتور ها و متغیر ها بر حسب ماهیت و نوع (متغیر سطح، متغیر جریان و متغیر کمکی) نمایش داده می شود. زیر مدل ها، متغیر های کمکی و متغیر های نرخ مرتبط با هریک از فاکتور های اصلی شناسایی شده و در فلوچارت قرار می گیرد. پس از این مرحله می توان سیستم مدل سازی شده را تحت سناریو های مد نظر در بازه های زمانی دلخواه مورد شبیه سازی

به منظور سنجش اعتبار مدل سیستم دینامیکی ارائه شده، از داده های اقتصادی، حمل و نقلی و اجتماعی مرتبط با متغیر های به کار برده شده در مدل مربوط به سال ۱۳۸۸ در کشور ایران استفاده شد و مدل برای ۵ سال آتی یعنی تا سال ۱۳۹۳ شبیه سازی گردید. گرچه شاید این مورد برای اعتبار سنجی مدل ارائه شده کافی نباشد اما با توجه به کمبود داده های معتبر و عدم سهل الوصول بودن داده های حمل و نقلی جامع پیش از سال ۱۳۸۸ کافی به نظر می رسد. مقادیر خروجی شبیه سازی GDP، جمعیت و تعداد

خودرو ها نیز با داده های گزارش شده از بانک مرکزی ایران، مرکز آمار ایران و سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای ایران در سال ۱۳۹۳ مقایسه شده اند. نتایج حاصله نشان داده شده است (جدول ۱). خطاهای شبیه سازی تقریبا منطقی به نظر رسیده و خطای بالای میزان GDP نیز احتمالا به دلیل عدم ثبات سیستم ارزی کشور و همچنین تحریم های اقتصادی پیش بینی نشده در طی سال های اخیر بوده است.

جدول ۱: *خروجی اعتبار سنجی مدل سیستم دینامیکی*

شاخص	خروجی مدل	واقعیت	خطا
تعداد خودرو ها	۱۶/۵۰۰/۰۰۰ (دستگاه)	۱۷/۰۰۰/۰۰۰ (دستگاه)	-۳,۰۳٪
جمعیت	۷۶/۹۵۰/۰۰۰ (نفر)	۷۷/۸۰۰/۰۰۰ (نفر)	-۱,۱۷٪
GDP	۲/۸۳۱/۵۹۶/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ (ریال)	۲/۰۳۱/۵۹۶/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰ (ریال)	+۲۸,۲٪

۵-۲- سناریوهای شبیه سازی

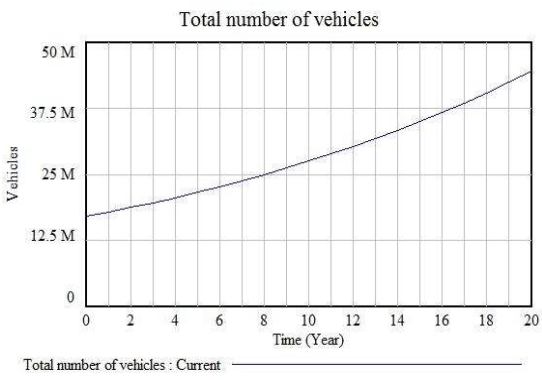
به منظور شبیه سازی مدل سیستم دینامیکی مربوط به سیستم حمل و نقل جاده ای کشور ایران با هدف بررسی تاثیر تغییرات قیمت سوخت بر تراکم ترافیک جاده ای، لازم است تا سناریو های مد نظر برای اجرا در پروسه شبیه سازی معرفی گردند. سال ۱۳۹۳ به عنوان سال مبنا انتخاب شده و متغیر ها و پارامتر های مدل نیز بر اساس آمار و اطلاعات مربوط به این سال مقدار دهی و آماده اجرای فرآیند شبیه سازی به کمک نرم افزار VENSIM PLE شده اند. سناریو های مد نظر دارای دو شاخص عمده‌ی زمان و نرخ تغییرات قیمت سوخت می باشند. سناریو های شبیه سازی در زیر نشان داده شده اند (جدول ۲).

جدول ۲: *سناریو های شبیه سازی*

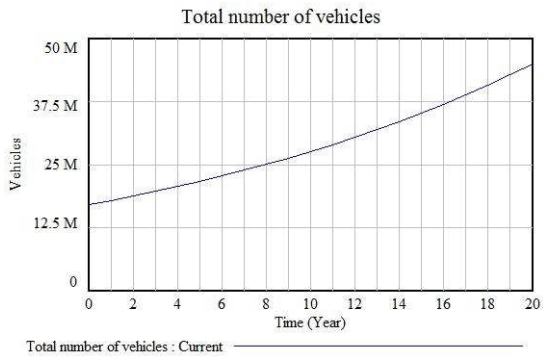
سناریو ها	افق شبیه سازی	گام شبیه سازی	نرخ تغییرات قیمت سوخت
کوتاه مدت	۵ سال	۱ سال	۲۰٪ -۱۵٪ -۵٪
میان مدت	۱۰ سال	۱ سال	۲۰٪ -۱۵٪ -۵٪
بلند مدت	۲۰ سال	۱ سال	۲۰٪ -۱۵٪ -۵٪

۶- خروجی شبیه سازی

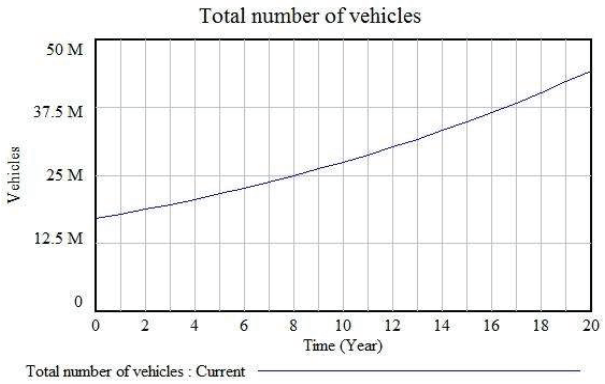
شکل ۳: *خروجی گرافیکی سناریو سوم با نرخ ۵٪*



شکل ۴: *خروجی گرافیکی سناریو سوم با نرخ ۱۵٪*



فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
سال نوزدهم – شماره ۷۶ – بهار ۱۳۹۷



شکل ۵: *خروجی گرافیکی سناریو سوم با نرخ ۲۰٪*

خروجی گرافیکی شبیه سازی سیستم حمل و نقل جاده ای تحت سناریو های معرفی شده در دسترس می باشد. گرافیک های خروجی نرم افزار، مرتبط با شبیه سازی سیستم تحت سناریو بلند مدت نشان داده شده است (شکل ۳)، (شکل ۳) و (شکل ۵).

۷- نتیجه گیری

بنا براین می توان با توجه به نتایج حاصله از شبیه سازی مدل سیستم دینامیکی سیستم حمل و نقل جاده ای ایران تحت سناریو های اعمال شده، ادعا نمود که:

۱- با توجه به نرخ افزایش جمعیت، نرخ رشد اقتصادی مثبت و افزایش سرمایه گذاری سالانه در بخش توسعه‌ی زیربنا های سیستم حمل و نقل جاده ای کشور توسط دولت، نمی توان از تغییرات متغییر قیمت سوخت تحت اعمال سیاست های سوختی به منظور کاهش میزان تردد انواع وسایل نقلیه در جاده های کشور استفاده نمود.

۲- ملاحظه می شود در صورتی که به صورت میانگین و متوسط قیمت سوخت در کشور سالیانه با نرخ های ۵٪، ۱۵٪ و ۲۰٪ در کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت افزایش یابد، تاثیر قابل توجهی بر میزان خودرو های مورد تردد در جاده های کشور و متعاقباً حجم ترافیک جاده ای نخواهد داشت.

۳- گرچه با افزایش نرخ قیمت سوخت از تعداد وسایل در دوره های زمانی پیش بینی شده کاسته خواهد شد اما این مقدار با توجه به گستردگی شبکه‌ی راه ها و افزایش جمعیت سالیانه کشور چشمگیر نمی باشد.

۸- منابع

1- Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2008, System Dynamics Model of Urban Transportation System and Its Application, Vol. 8, no. 3, pp. 83-89.

2- Cities (The International Journal of Urban Policy and Planning), 2014, Evaluation of Sustainable Policy in Urban Transportation using System Dynamics and World Cities Data: A Case Study in Isfahan, Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2014.11.003.

3- Journal of Cleaner Production, 2016, Investigating Carbon Footprint Reduction Potential of Public Transportation in United States: A System Dynamics Approach, pp. 1260-1276. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.51.

4- International Journal of Transportation Research, 2014, A System Dynamics Modeling for Urban Air Pollution: A Case Study of Tehran, Iran, pp. 21-36. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2014.05.016.

5- International Journal of Ecological Modeling, 2013, System dynamics Modeling for Urban Energy Consumption and Co2 Emission: A Case Study of Beijing, China, pp. 44-52. Available Online: http:/dx.doi.org/10.1016/j.ecomodel.2012.09.008.

6- Sustainability, 2010, A System Dynamics Approach to Explore Traffic Congestion and Air Pollution Link in the City of Accra, Ghana, pp. 252-265.

7- International Journal of Transportation Research, 2008, A System Dynamics Model of Co2 Mitigation in Chinas Inter- City Passenger Transport, pp. 298-305. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2008.03.005.

8- International Journal of Transportation Research, 2014, A Multi-Paradigm Approach to System Dynamics Modeling of Intercity Transportation, pp. 188-202. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2014.09.011.

9- Phil. Marshall, 2015, System Dynamics Modeling of the Impact of Internet-of-Things on Intelligent Urban Transportation. 2015 Regional Conference of the International Telecommunication Society (ITS), pp. 1-10.

10- Journal of Cleaner Production, 2014, Future Biodiesel Policy Designs and Consumption Patterns in Latvia: A System Dynamics Model, Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.067.

11- Advances in Information Sciences and Service Sciences (AISS), 2012, A System Dynamics Model for Urban Low-Carbon Transport and Simulation in the City of Shanghai, China, Vol. 4, no.1, pp. 239-246.

۱۲- پژوهشنامه حمل و نقل، ۱۳۹۱، مدل سازی پویای ترافیک کلانشهرها به منظور ارائه سیاست های بهبود حمـل و نقـل (نمونه موردی تهران)، شماره اول، صفحات ۶۳-۸۱.

13- International Journal of Transportation Research, 2009, A Generic System Dynamics Based Tool for Airport Terminal Performance Analysis, pp. 428-443. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.trd.2009.02.001.

14- Safety Science, 2012, Methodological Application of System Dynamics for Evaluating Traffic Safety Policy, pp. 1594-1605. Available Online: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2012.03.002.

15- Wu. Huirong, Zhu. Xiaoning, 2010, Analysis on Key Factors of Container Seamless Transportation Operating Based on System Dynamics. 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010), pp.379-382

۱۶- مهندسی حمل و نقل، ۱۳۹۲، تحلیل دینامیکی پارامتر های موثر در مطلوبیت کریدور های ترانزیت ریلی بار (مطالعه موردی محور سرخس- بندر عباس)، شماره دوم، صفحات ۱۵۳-۱۶۶.

۱۷- تیموری، ا.، مهرانی، س. مومنی، م. صاحبی، ح.، مدل سازی سیستم حمل و نقل کانتینری (فیدرینگ) بندر شهید رجایی با رویکرد سیستم دینامیک، ۱۳۹۱، دهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، تهران، صفحات ۳۸۶-۳۹۱.

Study the Effect of Fuel Price Changes on the Volume of Freight Traffic on the Road by Using System Dynamics Approach (Case Study: Iran)

Mohamadreza Nasiri Jan Agha[۱], Mohamadreza Amin Naseri,[۲]Abbas Mahmoudabadi[۳]

1-Msc Graduate in Industrial Engineering, Mehrastan University, Astane-Ashrafieh, Iran
2-Associate Professor of Tarbiat Moddares university, Department of Industrial Engineering, Tehran, Iran
3- Master Program of Mehrastan University, Department of Industrial Engineering, Astane-Ashrafieh, Iran

Abstract

The traffic systems are of complex economic systems include several variables and linear and non-linear feedback chains which are under influence of economic, traffic, social and environmental factors. The common traffic modeling approaches are not appropriate for evaluating and stimulating of performance of such systems. In this study, to examination of effects of fuel price changes on the volume of traffic on the roads of Iran an approach based on dynamic system is used to model Iran traffic system on the road. This dynamic model system, using statistical data from 2014 of Iran, by VENSIM PLE software and under fuel price increase rate scenarios for 5%, 15% and 20% during three short periods (5 years), medium period (10 years) and long period (20 years) is stimulated. The results of stimulation show that in such periods, the frequency of automobiles traffic on Iran roads has a linear growth and different petrol price increases have not any significant effect on the number of vehicles on Iran roads. Therefore, using pricing politics for fuel, merely to justify the volume of traffic on the roads of Iran, don't seem have economic and logical bases.

[۱]PhD Student in Industrial Engineering, 09111441203, moh_nasiri70@yahoo.com
[۲]Faculty Member of Tarbiat Modarres University,01342166100, m.r.aminnaseri@gmail.com
[۳]Faculty Member of Mehrastan University, 09121597537, mahmoudabadi@mehrastan.ac.ir

Keywords: Fuel Price, Traffic Volume, Transportation, System Dynamics.